

## 2020 年公招试讲内容（电子电气及自动化类）

### 直流电桥电路及应用

#### 一、直流电桥电路

电桥电路在生产实际和测量技术中应用十分广泛，其电路如图 2—8 所示。

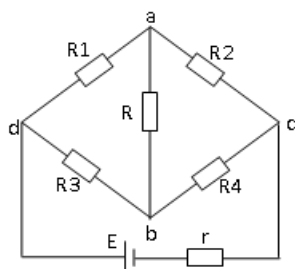


图 2—8 直流电桥电路

其中  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  是电桥的四个桥臂。电桥的一组对角顶点  $a$ 、 $b$  之间接电阻  $R$ ；电桥的另一组对角顶点  $c$ 、 $d$  之间接电源。

##### 1、平衡状态

电桥电路的主要特点就是当四个桥臂电阻的阻值满足一定关系时，会使接在对角线  $a$ 、 $b$  间的电阻  $R$  中没有电流通过。这种情况称为电桥的平衡状态。显然，要使  $R$  中无电流，必须满足  $a$ 、 $b$  两点电位相同的条件，即  $U_{ab}=0$ 。

通过计算可得

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

即

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

可以看出， $R_1$  与  $R_4$  在电桥电路中是两个相对的桥臂， $R_2$  与  $R_3$  则是另外两个相对的桥臂，因此直流电桥的平衡条件是：对臂电阻的乘积相等。

结论：

- (1) 电桥平衡时， $a$ 、 $b$  间相当于开路状态，跨接于两端点的电阻呈串联状态。
- (2) 桥臂上任一电阻值均与其余电阻值成确定关系。

##### 2、不平衡状态

在电桥两端点加电源，若  $U_{ab} \neq 0$ ，此时电桥不平衡

不平衡条件：

$$R_1 R_4 \neq R_2 R_3 \quad \frac{R_1}{R_2} \neq \frac{R_3}{R_4}$$

结论：

- (1) 电桥不平衡时， $a$ 、 $b$  电位不等，存在电压差  $U_{ab}$ ，电阻  $R$  中有电流。
- (2) 当桥臂电阻变化时，不平衡状态随之改变， $U_{ab}$  变化。

注：对于桥式电路，首先要判断电桥是否处于平衡。若平衡则将跨接部分开路；反之按不平衡关系分析。

#### 二、直流电桥电路应用举例

##### 1、平衡电桥电路的应用——测量电阻

如图 2—15 所示的直流电桥由  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_x$  组成四臂，桥路上接灵敏度较高的零中

心检流计。

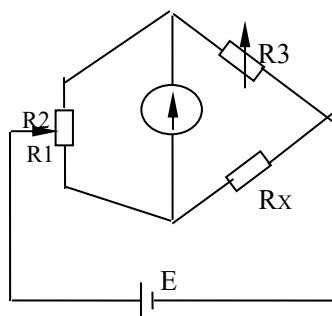


图 2—15 直流电桥的应用

$R_x$  为被测电阻，当电桥不平衡时，有电流通过检流计，表针偏离零点。调整  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ ，使检流计表针指零，电桥平衡，此时有：

$$R_1 R_3 = R_2 R_x$$

$$\text{即：} R_x = \frac{R_1}{R_2} R_3$$

$R_1$ 、 $R_2$  称为比例臂，借此可调整各挡已知比例值。 $R_3$  称为比较臂，为直读的可变电阻。利用电桥原理能够方便、精确地计算出被测电阻  $R_x$  的数值。电桥法具有灵敏度高、测量准确等特点，已被广泛地应用于电量和非电量测量中。

## 2、不平衡电桥电路的应用——测量温度

铂热电阻不平衡电桥测温电路如图 2—16 a) 所示，图中  $R_t$  为铂热电阻。

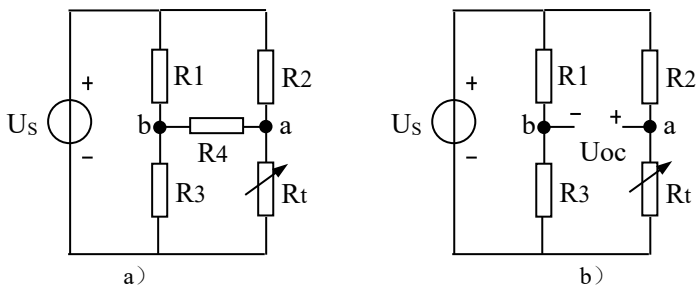


图 2—16

根据戴维南定理对图2—16 a) 进行电路分析：

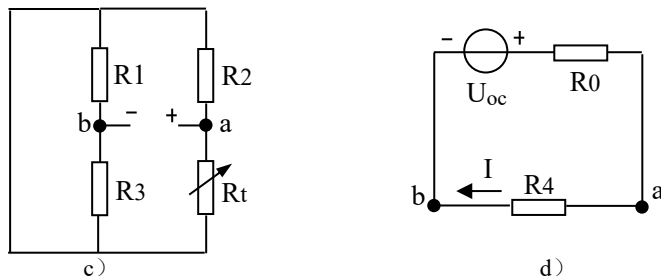


图 2—17

(1) 如图2—16 b) 所示，定义网络求开路电压 $U_{oc}$

$$U_{oc} = \frac{R_t}{R_2 + R_t} U_s - \frac{R_3}{R_1 + R_3} U_s$$

(2) 如图 2—17c) 所示, 求等效电阻  $R_0$

$$R_0 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_t}{R_2 + R_t}$$

(3) 如图 2—17d) 所示, 通过电阻  $R_4$  的电流 (或输出电流)

$$I = \frac{U_{oc}}{R_0 + R_4}$$

该电路中,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  为固定不变电阻, 铂热电阻为测温元件。假设当温度为  $t_0$  时, 铂热电阻阻值为  $R_{t0}=R_3$ , 电路处于平衡状态,  $U_{ab}=0$ , 输出电流为零;

当温度变化为  $t$  时, 铂热电阻阻值相应的变化为  $R_t$ ,  $R_t \neq R_3$ , 电桥电路平衡状态被打破, 处于不平衡状态, 有电压  $U_{ab}$  产生 (或有电流输出), 且随  $R_t$  而改变 (或  $U_{ab}$  的大小随温度  $t$  的改变而改变)。